

(5)

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

Int. Cl. 2:

4010 5/01

DT 26 06 069 A

(11)

## Offenlegungsschrift 26 06 069

(21)

Aktenzeichen: P 26 06 069.5

(22)

Anmeldetag: 16. 2. 76

(23)

Offenlegungstag: 2. 9. 76

(30)

Unionspriorität:

(32)

(33)

(31)

21. 2. 75 Österreich A 1354-75

(54)

Bezeichnung: Telemetrische Meßeinrichtung für biologische Objekte

(71)

Anmelder: Rodler, Hans, 8228 Freilassing

(72)

Erfinder: gleich Anmelder

BEST AVAILABLE COPY

Ing. Hans Rodler in Freilassing

Telemetrische Meßeinrichtung für biologische Objekte

---

Die Erfindung betrifft eine Meßanordnung, die aus einer im biologischen Objekt inplantierten Meßkapsel besteht, welche die Meßparameter aufnimmt, damit ein HF-Signal moduliert und dieses an einen außerhalb des Objektes befindlichen Empfänger sendet.

Anordnungen dieser Art sind bereits bekannt. Eine dieser Anordnungen hat in der Meßkapsel einen Sender, der aus einer eingebauten Batterie gespeist wird. Die Meßparameter modulieren diesen Sender und im Empfänger werden die Meßwerte dargestellt. Diese Anordnung hat den Nachteil, daß die Batterien nur eine beschränkte Lebensdauer haben, der Aufbau des Senders relativ kompliziert ist, sodaß diese Anordnung nicht für länger dauernde Messungen, bei denen die Meßkapsel z.B. über Jahre hinaus im biologischen Objekt inplantiert ist, verwendbar ist.

Eine andere Meßanordnung besteht darin, daß ins Objekt ein Schwingkreis eingebaut wird, der von den Meßparametern beeinflußt wird, wobei die Resonanzfrequenz dieses Schwingkreises über ein Grit-Tipmeter von außen gemessen wird. Bei dieser Anordnung muß der Abstand zwischen Meßkapsel und Grit-Tipmeter sehr gering sein, da sonst keine Messung möglich ist.

Außerdem ist die Genauigkeit dieser Anordnungen nicht hoch, sodaß hiervon nur überschlägige Messungen möglich sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Meßanordnung zur Ermittlung von biologischen Meßparametern im Innern eines biologischen Objektes zu schaffen, die als elektrische Signale erfaßt werden können, bestehend aus einer im biologischen Objekt inplantierten Meßkapsel, welche einen Sender zur Abstrahlung eines HF-Signals enthält, welches in einer Modulationsstufe entsprechend einem Meßparameter moduliert wird, und einem außerhalb des biologischen Objektes befindlichen, auf die Frequenz des HF-Signals abgestimmten Empfänger/zum Empfang und Auswertung des modulierten HF-Signals.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß zumindest ein außerhalb des biologischen Objektes befindlicher HF-Sender vorhanden ist, dessen Frequenz kleiner ist als die Frequenz des HF-Signals des Meßkapselsenders, und daß in der Meßkapsel ein auf die Frequenz des HF-Senders abgestimmter Empfangsresonanzkreis, der vom Meßparameter als Modulationsstufe verstimmbar ist, ein daran angeschlossener Frequenzvervielfacher und als Sender ein an den Frequenzvervielfacher angeschlossener Senderresonanzkreis vorhanden sind, wobei die Induktivitäten vom Empfangs- und Senderresonanzkreis als Antennen ausgebildet sind.

Erfindungsgemäß kann die Anordnung hiebei aus zwei auf unterschiedliche Frequenz abgestimmte Empfangsresonanzkreise, die in der Kapsel angeordnet sind und beide vom Meßparameter beeinflußt werden, wobei jeder zur Bildung einer Zwischenfrequenz mit einer Überlagerungsschaltung verbunden ist, an welcher ein Frequenzvervielfacher und ein auf die vervielfachte Frequenz abgestimmter Antennenkreis angeschlossen ist, weiters aus einem äußeren auf die vervielfachte Frequenz abgestimmten Empfänger, sowie einem auf den einen abgestimmten Kapselempfangsresonanzkreis und einem zweiten auf den anderen Kapselempfangsresonanzkreis abgestimmten Sender, bestehen.

In diesem Falle beeinflussen die Meßparameter die Resonanzfrequenz der beiden Empfangskreise in der Form, daß für alle Meßwerte eine konstante Zwischenfrequenz abgegeben wird. Dies kann durch eine entsprechende Gestaltung der Resonanzkreise, die entweder auf induktivem Wege durch Veränderung der Eisenkerne oder auf kapazitivem Wege vom Meßwert beeinflußt werden, erreicht werden. Die beiden Frequenzen der äußeren Oszillatoren stehen zueinander in demselben Verhältnis wie die Frequenzen der Kapselempfangskreise. Die Mischung der beiden Frequenzen in der Kapsel, sowie die Vervielfachung der Überlagerungsfrequenz kann durch einfache Diodenkombinationen bewerkstelligt werden. Die in der Kapsel befindliche Sendeantenne und der äußere Empfänger können bei diesen Anordnungen auf eine feste Frequenz abgestimmt sein, sodaß günstige Verstärkungs- und Trennschärfe-Eigenschaften des Empfängers zu erzielen sind.

Ändert sich durch Änderung der Meßparameter die Resonanzfrequenz der Empfangskreise in der Kapsel, müssen die beiden äußeren Sender, die miteinander gekoppelt sind, solange nachgestimmt werden, bis wieder ein Maximum an Energie empfangen werden kann.

Daraus ergibt sich, daß die Frequenzen der äußeren Sender in direktem Zusammenhang mit dem Meßparameter stehen und daher als Maß für das Meßparameter Verwendung finden können. Ein dem Empfänger nachgeschalteter Amplitudemodulator ermöglicht die Maximumanzeige der empfangenen Energie, sowie den Anschluß eines Kurvenschreibers zur Registrierung der rhythmischen Meßparameteränderungen. Der Vorteil dieser Anordnung besteht besonders darin, daß nur die Frequenzen der Oszillatoren verändert werden müssen und der Empfänger auf eine feste Frequenz abgestimmt sein kann.

Erfindungsgemäß ist die Anordnung auch dadurch realisierbar, daß die Einrichtung aus einer Meßkapsel, die aus einem Empfangskreis und aus einem Sendekreis besteht, wobei zumindest einer dieser Kreise, vorzugsweise jedoch Sende- und Empfangskreis als Resonanzkreis ausgebildet ist, deren Resonanzfrequenz vom Meßparameter gesteuert wird und zwischen Empfangskreis und Sendekreis ein Frequenzvervielfacher angeordnet ist und aus einem äußeren Sender und Empfänger besteht, wobei die Frequenzabstimmeinrichtung des Senders und die Frequenzabstimmseinrichtung des Empfängers miteinander gekoppelt sind.

Erfindungsgemäß sind Empfangsresonanzkreis und Sende-resonanzkreis der Kapsel als Antennen ausgebildet. Das Frequenzverhältnis zwischen Empfangskreis und Sendekreis in der Kapsel ist hiebei dasselbe wie das Frequenzverhältnis zwischen Sendekreis und Empfangskreis der äußeren Meßeinrichtung.

In der Meßkapsel wird durch den Meßparameter z.B. Druck über eine Membran, die Resonanzfrequenz des Empfangskreises und des Sendekreises verändert. Bringt man nun die Frequenz des äußeren Senders in Resonanz zum Empfangskreis der Kapsel, so wird im Empfangskreis der Kapsel eine Spannung entstehen, welche durch den Frequenzvervielfacher in z.B. doppelte Frequenz umgewandelt wird.

Der Resonanzkreis des Sendekreises der Kapsel ist daher auf die doppelte Frequenz des Empfangskreises der Kapsel abgestimmt und daher in Resonanz mit der vom Frequenzverdoppler erzeugten Frequenz. Diese Frequenz wird abgestrahlt und durch den äußeren Empfänger, der durch Koppelung der Abstimmeinrichtung im äußeren Sender und Empfänger auf dieselbe Frequenz, wie der Sendekreis der Kapsel abgestimmt ist, empfangen.

Ändert man nun die Frequenz des äußeren Senders, und ist damit die äußere Sendeeinrichtung und die Empfangseinrichtung der Kapsel nicht mehr in Resonanz, so wird eine wesentlich geringere Spannung auftreten und auch eine wesentlich geringere Spannung an den äußeren Empfänger abgestrahlt werden.

Rhythmische Änderungen der Meßparameter und damit der Resonanzfrequenz der Kreise in der Kapsel bewirken ebenso, daß die äußere Sendeeinrichtung und die Empfangseinrichtung der Kapsel nicht mehr in Resonanz sind, respektive rhythmisch außer Resonanz fallen, wodurch die im äußeren Empfänger empfangene Spannung mit dem Meßparameter moduliert ist. Diese Amplitudenänderung der empfangenen Frequenz kann daher direkt nach Demodulation einem Schreiber zugeleitet und registriert werden. Nach Abstimmung der Resonanz der äußeren Sende- und Empfangseinrichtung auf Resonanz der Sende-Empfangseinrichtung in der Meßkapsel wird diese Frequenz ein Maß für den Absolutwert der Meßparameter. Der Absolutwert der Meßparameter ist daher nur von der Frequenz abhängig, sodaß die Entfernung zwischen Meßkapsel und Sende- und Empfangseinrichtung das Meßergebnis nicht beeinflussen. Die Kurvenschreibung der rhythmischen Meßparameter nimmt man am zweckmäßigsten am abfallenden Teil der Resonanzkurve vor, wobei durch Vergleich der Absolutwerte zwischen Maxima und Minima durch die Frequenzverschiebung an der äußeren Einrichtung auch diese Schwankungen als Absolutwerte unabhängig von der Entfernung zwischen der Kapsel und Sende-Empfangseinrichtung gemessen werden können.

Zur Automatisierung der äußeren Meßeinrichtung besteht diese erfindungsgemäß zumindest aus einem frequenzmodulierten Sender, aus einem abgestimmten Empfänger, einer Demodulatorstufe für Amplitudenmodulation, einem

nachfolgenden Differenzierglied und einem an diesen angeschlossenen bistabilen Multivibrator, diesem ist ein Tiefpassfilter und eine Messeinrichtung nachgeschaltet. Durch die Frequenzmodulation entsteht bei der Übertragung über die Meßkapsel am Empfänger die Resonanzkurve der Meßkapsel im Amplitudenmodulation. Durch das Differenzierglied wird aus dem Maximum der Resonanzkurve ein Nulldurchgang gebildet, wobei der durch den Nulldurchgang entstehende negative Impuls der differenzierten Kurve den bistabilen Multivibrator abschaltet, der durch den Rücklaufimpuls der Frequenzmodulation eingeschaltet wurde.

Hiedurch entsteht ein Impuls, dessen Breite von der Lage des Resonanzmaximums abhängt und daher in direktem Zusammenhang mit dem Meßparameter steht. Es handelt sich hiebei also um eine Impulsbreitenmodulation, die durch ein Tiefpassfilter in ein Analogsignal, das dem Meßparameter analog ist, umgewandelt und zur Anzeige gebracht werden kann.

Erfnungsgemäß besteht der Frequenzmodulator aus einem Sägezahngenerator. Durch den langsamem Anstieg der Sägezahnspannung ändert sich die Frequenz stetig.

Durch Manipulation der Anstiegsgeschwindigkeit des Sägezahnes wird der Gleichlauf zwischen Meßparameter und Frequenzänderung und damit der Pulsbreite erzielt. Der schnelle Rücklauf des Sägezahnes liefert den Startimpuls für den bistabilen Multivibrator.

Erfnungsgemäß ist dem bistabilen Multivibrator ein weiteres Differenzierglied nachgeschaltet, an welches eine digitale Zähleinrichtung angeschlossen ist, die in bekannter Weise den Abstand zwischen Rücklaufimpuls und Resonanzimpuls in digitalen Werten anzeigt.

Diese Anordnung liefert eine Pulspausemodulation, wobei der Abstand vom vorhergehenden Rücklaufimpuls des Sägezahnes zum Resonanzkurvenimpuls dem Meßparameter ent-

spricht. Durch Darstellung des Abstandes in digitalen Werten kann der Meßparameterwert direkt in digitalen Werten angezeigt werden.

Erfindungsgemäß kann außerdem zwischen erstem Differenzierglied und Multivibrator ein Pulsesformer und ein weiteres Differenzierglied an das eine digitale Zähleinrichtung angeschlossen ist, zwischengeschaltet sein. Der dabei entstehende differenzierte Impuls entspricht ebenfalls einer Impulspausenmodulation, die digital erfaßt wird und die anschließend durch den bistabilen Multivibrator in eine Impulsbreitenmodulation umgewandelt wird. Diese Anordnung liefert infolgedessen sowohl eine analoge als auch eine digitale Darstellung der Meßparameter.

Eine andere Variante der digitalen und analogen Darstellung der Meßparameter besteht in folgender erfundungsgemäßer Anordnung. Die äußere, mit einem Sägezahngenerator zur Wobbelung gekoppelte gewobbelte Sende-Empfangseinrichtung hat empfangsseitig nach der Demodulatorstufe und nach einem Maximalwertdetektor mit Impulsformung einen Digitalzähler angeschlossen, welcher einerseits mit einem Taktoszillatator geschaltet ist, wobei anderseits der Starteingang und die Nullrückstellung des Zählers über ein Differenzierglied mit dem Sägezahngenerator in Verbindung steht, an den Maximalwertdetektor ist ein Zeitumsetzer sowie ein Videoverstärker und die Kathode einer Braun'schen Röhre angeschlossen. Außerdem ist der Wobbelsägezahngenerator über eine Triggereinrichtung mit der Zeilenablenkeinheit der Braun'schen Röhre verbunden.

Bei dieser Anordnung strahlt der Sender eine entsprechend der Sägezahnwobbelkurve langsam ansteigenden Frequenz an den inneren Empfänger ab. Dieser wandelt in der vorbeschriebenen Weise die Frequenz in einer Frequenzverviel-

fachschaltung um und strahlt sie an den Empfänger ab. Durch die Demodulation entsteht eine Resonanzkurve des inneren Empfänger-Sendesystems, aus welchem durch den Maximumdetektor aus dem Maximum ein schmaler Impuls geformt wird. Der digitale Zähler, der mit einer konstanten Frequenz getaktet wird, wird durch den steilen Sägezahnrücklauf nach Nullrückstellung gestartet und nach Eintreffen des durch den Maximalwert gebildeten Impulses gestoppt. Der zwischen diesen beiden Impulsen liegende Zeitabstand wird also durch den Zähler angezeigt.

Der vom Maximaldetektor abgegebene Impuls wird durch einen digitalen oder analogen Speicher, der als Zeitumsetzer geschaltet ist, in einen anderen Zeitablauf umgesetzt und über den Videospeicher als Hell-Dunkel-Steuerung der Kathode einer Braun'schen Röhre zugeführt. Da die Ablenkung mit dem Sägezahn, mit dem die Wobbelung erfolgt, getriggert ist, besteht ein direkter Zusammenhang zwischen Beginn der Zeile und Entstehung des Leuchtpunktes, sodaß hiermit die Analogkurve der zeitlichen Verschiebung des Impulses dargestellt werden kann, wobei durch die Zeitumsetzung beliebige Schreibgeschwindigkeiten erreichbar sind. Der Bildwechselgenerator ist hiebei mit dem Zeilenoszillator synchronisiert. Sowohl die Zeilenfrequenz als auch die Bildfrequenz kann in der Fernsehnorm betrieben werden.

Auf diese Weise ist ein Druckmesser realisierbar, bei dem erfindungsgemäß eine Membran die Kapazität der beiden Schwingkreise in der Kapsel beeinflußt. Die Meßkapsel arbeitet hiebei nach dem Ärometerprinzip, wobei die Membran aus Metall gebildet ist, die ihre Entfernung zu zwei Gegenelektroden durch die äußere Druckeinwirkung ändert. Diese druckabhängigen Kapazitäten bilden zusammen mit den Induktivitäten, die gleichzeitig die Antennenkreise bilden, die Resonanzkreise.

Erfindungsgemäß kann die bewegliche Membran auch über ein Hebelsystem mit zwei Hochfrequenzeisenkernen verbunden sein, die verschieden tief in die Spulen der Resonanzkreise eintauchen, und damit die induktive Komponente der Resonanzkreise verändern. Eine derartige Druckmeßeinrichtung kann z.B. in das Gehirn eines Patienten nach einer Tumoroperation eingesetzt werden, sodaß laufend der Druck von außen kontrolliert werden kann, um einen rezitiven Tumor anzuzeigen.

Da die erfindungsgemäße Meßeinrichtung keiner eigenen Energieversorgung bedarf, ist es möglich, derartige Meßanordnungen jahrelang im Patienten zu belassen und die Druckverhältnisse über Jahre zu kontrollieren. Dieselbe Anordnung kann erfindungsgemäß auch zur Temperaturmessung Verwendung finden, wenn die bewegliche Membran gegen äußere Drücke abgeschirmt ist, da sich der in der Kapsel befindliche Gasdruck nach den "Gay-Lussac'schen Gasgesetzen"  $P = \frac{P_0}{T_0} \cdot T$  linear mit der Temperatur ändert.

Besonders bei kapazitiver Resonanzabstimmung kann zur Temperaturmessung die Meßkapsel mit Flüssigkeit, wie z. B. Methylalkohol, gefüllt sein, wobei die Flüssigkeitsausdehnung durch die Temperatur in Kapazitätsänderung und damit in Resonanzfrequenzänderung umgewandelt wird.

Erfindungsgemäß sind die Sende- und Empfangsantenne in der Meßkapsel als Ferritantennen ausgebildet, die im rechten Winkel zueinander angeordnet sind. Auch die Sende- und Empfangsantenne der einstrahlenden, also der äußeren Einrichtung, sind im selben Winkel angebracht, sodaß Sender und Empfänger zueinander entkoppelt sind und sich gegenseitig nicht beeinflussen.

Als Frequenzvervielfacher sind eine Reihe von Anordnungen bekannt, wobei jedes Übertragungsglied mit nicht linearer Kennlinie durch die dadurch entstehenden Kurvenverzerrungen höhere Frequenzen erzeugen, die ausgesiebt und zur Frequenzvervielfachung benutzt werden können.

Die Frequenzvervielfachung kann erfindungsgemäß durch eine Doppelweggleichrichterschaltung gebildet werden, wobei in diesem Falle eine Frequenzverdoppelung eintritt. Diese Anordnung weist einen außerordentlich guten Wirkungsgrad auf, sodaß die aufgenommene Energie zum großen Teil wieder abgestrahlt wird.

Eine derartige Einrichtung besteht vollkommen aus passiven Elementen, sodaß auch Alterungsvorgänge keine Rolle spielen.

Die Anordnung ist zur Aufnahme von verschiedenen Meßparametern realisierbar. Druck, Temperatur, Bewegungsvorgänge, Geschwindigkeit, Abstandsänderungen, sowie Änderungen des elektrischen Widerstandes des umgebenden Gewebes können durch direkte Beeinflussung der Resonanzschwingkreise durch die Meßkapsel bei entsprechender Anordnung registriert werden.

Elektrische Vorgänge, wie Ionenkonzentrationen, Ionenströme, Aktionsströme, Elektrocortiogramme und dergl. können über einen eingebauten integrierten Verstärker entweder durch Vormagnetisierung der Ferritkerne oder durch Steuerung von Kapazitätsdioden zur Resonanzfrequenzänderung herangezogen werden. Der integrierte Verstärker bezieht seine Energie hiebei aus der bei der Frequenzverdoppelung gleichzeitig auftretenden Gleichspannung. Dieser in der Meßkapsel befindliche Verstärker kann hiebei erfindungsgemäß auch als parametrischer Verstärker ausgeführt sein und damit seine Energie aus der Empfangsfrequenz beziehen.

Zur Aufnahme dieser elektrischen Größen sind an der Kapseloberfläche Elektroden angebracht, die mit dem Eingang des Verstärkers verbunden sind. Die am Ausgang des Verstärkers entstehenden verstärkten Signale können nun unmittelbar zur Vormagnetisierung der Ferritkerne, bzw. zur Kapazitätsbeeinflussung von Kapazitätsdioden, die parallel zu den Resonanzkreisen liegen, herangezogen werden. Da es bei diesen elektrischen Werten meistens nur auf zeitliche Abläufe, also auf Kurvenverläufe ankommt, genügt in den meisten Fällen als äußere Sende-Empfangseinrichtung eine manuell abgestimmte Einrichtung, die am Ausgang mit einer Amplitudemodulation versehen ist, wobei die Anordnung auf eine Seitenflanke der Resonanzkurve der implantierten Kapsel abgestimmt ist.

Da die Anordnung nur mit drahtlos eingespeister Energie arbeitet und die Meßergebnisse in drahtloser Form rückgestrahlt und von den Meßparametern nur die Resonanzfrequenz der Empfangs- und Sendeantenne verändert werden, diese beiden Frequenzen unterschiedlich zueinander sind und der Frequenzvervielfacher aus spannungsfesten Bauteilen aufgebaut werden kann, ergibt sich eine Reihe von Vorteilen. Die Einrichtung gibt nur Energie ab und nimmt nur Energie auf, während des Meßvorganges.

Chemische Reaktionen, wie sie besonders bei batteriebetriebenen Geräten auftreten, sind nicht möglich. Durch die Einfachheit des Systems ist eine große Langzeitstabilität gewährleistet. Die Meßkapsel ist sterilisierbar, die Meßeinrichtung ist einfach zu bedienen. Es ergibt sich eine hohe Meßgenauigkeit sowohl bei Kurvenschreibung als auch bei Absolutwertmessungen.

Die Erfindung ist an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert, und zwar zeigen

- Fig. 1) eine Meßeinrichtung mit manuellem Sende- und Empfängerabgleich
- Fig. 2) eine Meßkapsel mit kapazitiver Abstimmung
- Fig. 3) das Prinzipschaltbild
- Fig. 4) eine Meßkapsel mit induktiver Abstimmung
- Fig. 5) eine automatische Registriereinrichtung mit gewobbelten Sende- und Empfängerfrequenzen
- Fig. 6) zeigt eine automatische Meßeinrichtung mit digitaler Kurvenanzeige und analogen Kurvenschreibern mittels einer Braun'schen Röhre,
- Fig. 7) zeigt eine Meßkapsel mit zwei Empfangskreisen und einem Sendekreis
- Fig. 8) zeigt eine automatische Meßeinrichtung mit digitaler Anzeige für zwei Oszillatoren und einem Empfänger
- Fig. 9) zeigt eine Meßeinrichtung mit manuellem Abgleich zwei Sendeeinrichtungen und einer Empfangseinrichtung mit fest abgestimmter Frequenz und
- Fig.10) zeigt eine Meßkapsel für andere Meßparameter.

Fig. 1) 1 ist die in ein Objekt eingebrachte Meßkapsel, 2 ist der äußere Sender, 3 ist der äußere Empfänger, 4 die manuelle Abstimmseinrichtung von Sender und Empfänger, die mechanisch miteinander gekoppelt sind und gleichzeitig in den zu messenden Werten geeicht ist. 5 ist ein Galvanometer zur Maximumanzeige.

In der Meßkapsel 1 ist 8 die Empfangsantenne, die gleichzeitig die Induktivität des Schwingkreises darstellt, mit der Parallelkapazität 10, wobei entweder die Induktivität oder die Kapazität von den Meßparametern beeinflußt werden kann. 12 ist eine Zweiweggleichrichterschaltung, die eine Frequenzverdoppelung mit gutem Wirkungsgrad durchführt. 9 ist die Sendeantenne, die ebenfalls als induktive Antenne ausgeführt

ist und  $l_1$  die Parallelkapazität. Auch hier kann eine dieser beiden Größen durch das Meßparameter beeinflußt werden. Der Empfänger 3 wird dann ein Maximum an Energie empfangen, wenn Sendeantenne 6 und Empfangsantenne 8 und Empfangsantenne 7 und Sendeantenne 9 in Resonanz zueinander sind. Ändern sich durch die Meßparameter die Resonanzpunkte von 8 und 9, so muß, um wieder einen Maximalwert zu erreichen, 6 und 7 auf den gleichen Wert nachgestellt werden. Daraus ersieht man, daß durch die Anzeigeeinrichtung 4 direkt die zu messenden Parameter der Kapsel zur Anzeige gebracht werden. Ist Sender 2 und Empfänger 3 auf den ansteigenden Teil der Resonanzkurve abgestimmt, dann können bei 44 rhythmische Änderungen der Meßparameter durch einen Schreiber registriert werden, wobei durch Verschieben der Einstelleinrichtung 4 Eichvergleichswerte mitregistriert werden können.

Fig. 2 ist das Schnittbild der Meßkapsel, bei der die Resonanzkreise von Sender und Empfänger kapazitiv abgestimmt werden. 14 ist hiebei das Gehäuse der Meßkapsel, die zur Registrierung von Drücken dient. 15 ist die druckempfindliche Membran, die zusammen mit einer Gegenelektrode die Kapazität  $l_0$  und  $l_1$  bildet.

Die Kapazität  $l_0$  ist der Ferritempfangsantenne 8 parallel geschaltet und bildet mit dieser einen Resonanzkreis. Die Kapazität  $l_1$  ist der Sendeferritantenne 9 parallel geschaltet und bildet mit dieser einen Resonanzkreis mit der doppelten Frequenz. 13 sind die Ferritstäbe und 12 ist die Diodenkombination zur Frequenzverdoppelung. Wird auf die Membran 15 ein Druck ausgeübt, dann verringert sich der Abstand zwischen den Kapazitätselektroden und die Resonanzfrequenz der Empfangs- und Sendeantenne wird dadurch verändert.

Fig. 3 zeigt das Prinzipschaltbild. 8 ist wieder die Empfangsantenne, 9 die Sendeantenne, 10 und 11 sind die variablen, von der Membran 15 beeinflußten Resonanzkapazitäten und 12 ist die Zweiwegdiodenkombination zur Frequenzverdoppelung. Der Kondensator 45 und der Widerstand 46 dient zur Anpassung des Sendekreises, wodurch eine höhere Resonanzgüte der beiden Kreise erreicht wird.

Fig. 4 zeigt eine Anordnung mit induktiver Abstimmung, wobei 14 das Gehäuse und 15 die druckempfindliche Membran ist. 8 ist die Empfangsantenne und 9 die Sendeantenne, die in diesem Falle beide eine feste Kapazität als Resonanzkreis haben. Die Ferritkerne 16 sind an einem Balken befestigt, der durch eine Feder 19 gelagert ist und über einen Stift 18 von der Membran abgelenkt wird. Verändert sich der Druck auf der Membran 15 so wird durch den Stift 18 der die Ferritkerne tragende Balken bewegt und die Ferritkerne 16 tauchen mehr oder weniger tief in die Spulen 8 und 9 ein, sodaß in diesem Falle die Resonanzfrequenzen beider Kreise geändert werden.

Fig. 5 zeigt eine Anordnung zur automatischen Messung. In diesem Falle wird der Sender 2 und Empfänger 3 mit einer Sägezahnschwingung 23 gewobbelt, sodaß an dem Empfänger 3 durch die Resonanzpunkte der Empfangs- und Sendekreis in der Kapsel 1 bedingt, eine nur von 1 abhängige Resonanzkurve entsteht, Kurve 24. Diese wird durch das Differenzierglied 20 in die Kurve 25 umgewandelt, wobei der negative Teil dieser Kurve zum Stoppen eines bistabilen Multivibrators 21 Verwendung findet. Der Start erfolgt durch den Sägezahn-rücklauf, der ebenfalls einen schmalen Impuls an der Kurve 25 bildet. Hierdurch ergibt sich ein Impuls 26, dessen Breite abhängig ist von der Lage des Resonanzpunktes. Durch ein Tiefpassfilter 22 kann diese pulsbreitenmodulierte Kurve 26 in bekannter Form in einen Analogwert 27 umgewandelt werden.

Fig. 6 zeigt eine Anordnung, bei der Sender 2 und Empfänger 3 oder nur der Sender 2 ebenfalls durch einen Sägezahngenerator 33 gewobbelt wird. Durch den sägezahnförmigen Verlauf 39 der Sendefrequenz von Sender 2 entsteht im Empfänger 3 nach Demodulation in 28 eine Resonanzkurve 40. Aus dieser wird aus dem Maximalwert durch einen Maximalwertdetektor mit Impulsformer 29 ein schmaler Impuls gewonnen. Gleichzeitig wird aus dem Rücklauf des Sägezahnes über das Differenzierglied 32 der Impuls 42 gewonnen. Dieser Impuls bewirkt die Nullstellung und startet den digitalen Zähler 30, der von dem Oszillator 31 getaktet wird. Der durch 29 gebildete Impuls 41 wiederum stoppt den Zähler. Die hiedurch ausgezählten Impulse des Oszillators 31 entsprechen daher genau dem Abstand zwischen Startimpuls und dem Maximalwert der Resonanzkurve und ergeben damit direkt den in 1 wirkenden Meßparameter in digitalen Werten. Gleichzeitig wird der Impuls 41 über eine Zeitumsetzungseinrichtung 34 und einen Videoverstärker 35 der Kathode einer Braun'schen Röhre 37 zugeführt.

Der Sägezahn 39 wird hiebei von der Zeilenablenkung 38 der Röhre getriggert. An der Kathode der Braun'schen Röhre entsteht durch den Impuls 41 eine kurzzeitige Dunkel- oder Helltastung. Da die Zeitablenkung 39 und Tastimpuls 41 synchron sind, entspricht die Länge dieses Punktes ebenfalls dem Analogwert der durch 1 aufgenommenen Meßparameter. Durch die Zeitumsetzeinrichtung 34 kann auch für langsam ablaufende Vorgänge eine eindrucksvolle Kurvendarstellung erreicht werden, wobei sowohl Bildablenkung als auch Zeitablenkung in der Fernsehnorm arbeiten kann.

#### Fig. 7

14 ist das Gehäuse, 13 sind die Ferritkerne, die mit der druckempfindlichen Membran 15 fest verbunden sind und bei Druckänderung mehr oder weniger tief in die beiden Empfangsspulen 47 und 48 eintauchen, wobei die Spulen so

ausgelegt sind, daß die Resonanzfrequenzunterschiede eine konstante Frequenz, die durch Überlagerung in 50 entsteht, ergeben, sie wird in der Einheit 51 vervielfacht und durch die Sendeantenne 49 abgestrahlt.

Fig. 8 zeigt eine automatisierte Sende- und Empfangseinrichtung mit zwei Sendern 56 und 57, die zueinander dasselbe Frequenzverhältnis haben wie die in der Kapsel befindlichen Empfänger und eine konstante Zwischenfrequenz ergeben. 58 ist ein Sägezahnmodulator, der die Frequenz von 56 und 57 durch den langsam ansteigenden Sägezahn verändert. 55 ist der äußere Empfänger in dem die Resonanzkurve 72 der Kapsel 1 entsteht. Aus dieser wird durch den Maximalwertdetektor und Impulsformer 39 der Impuls 71 aus dem höchsten Punkt der Resonanzkurve gewonnen, durch den bistabilen Multivibrator 60 in einen Impulsbreitenmodulation 70 umgewandelt, die einerseits über ein Undglied 65 den Zähler 64 startet, wobei gleichzeitig dieses Undglied die vom Oszillatator 66 gebildete Taktfrequenz 67 zuführt. 64 ist die digitale Zähleinrichtung, 68 die zugehörige Impulskurve. Beim bistabilen Multivibrator 60 ist weiters eine Analoganzeigeeinrichtung 61 und ein Kurvenschreiber 62 angeschlossen.

Fig. 9 zeigt die Anordnung zur manuellen Abstimmung, wobei 57 und 56 die beiden Sender sind, die miteinander zur Frequenzabstimmung gekoppelt sind, wobei die Abstimmeinrichtung in Meßparametereinheiten geeicht ist, und das Frequenzverhältnis von Oszillatator 57 und 56 derart ist, daß eine feste Zwischenfrequenz gebildet wird. Die Frequenzen der Sender 56 und 57 werden durch die Antennen 52 und 53 an die Empfangskapsel abgestrahlt und durch die Resonanzkreise 47 und 48 empfangen, die vom Meßparameter in vorbeschriebener Weise beeinflußt sind. Die Mischschaltung 50 bildet aus den beiden Frequenzen eine Zwischenfrequenz, die durch die Frequenzvervielfacher 51 vervielfacht wird und von dem zu der vervielfachten Frequenz in

Resonanz stehenden Kreis 49, der als Antenne ausgebildet ist, an den Empfänger 55 resp. Empfangsantenne 54 abgestrahlt werden und vom Empfänger 55 registriert wird, da die beiden Oszillatoren ein Frequenzverhältnis haben, aus dem sich eine feste Zwischenfrequenz ergibt, kann der Empfänger auf eine feste Frequenz abgestimmt sein und dadurch sehr günstige Trennschärfe und Empfangsverhältnisse aufweisen.

Fig. 10 zeigt das Schaltbild einer Meßkapsel zur Messung von elektrischen Vorgängen. Hierbei sind 47 und 48 die Resonanzkreise, 50 die Mischschaltung, 51 die Frequenzvervielfachungsschaltung und 49 der Sendekreis. Die beiden Kapazitäten 74 und 75 sind als Kapazitätsdiode ausgebildet und werden durch den Verstärker 76 gesteuert. 78 ist ein Spannungsstabilisator, der die Versorgungsspannung aus der Zwischenfrequenz liefert, 79 sind die Aufnahmeelektroden, die an der Außenwand der Kapsel angebracht sind.



## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Meßanordnung zur Ermittlung von biologischen Meßparametern im Innern eines biologischen Objektes, die als elektrische Signale erfaßt werden können, bestehend aus einer im biologischen Objekt implantierten Meßkapsel, welche einen Sender zur Abstrahlung eines HF-Signals enthält, welches in einer Modulationsstufe entsprechend einem Meßparameter moduliert wird, und einem außerhalb des biologischen Objektes befindlichen, auf die Frequenz des HF-Signals abgestimmten Empfänger zum Empfang und Auswertung des modulierten HF-Signals, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein außerhalb des biologischen Objektes befindlicher HF-Sender (2, 56, 57) vorhanden ist, dessen Frequenz kleiner ist als die Frequenz des HF-Signals des Meßkapselsenders (9, 11, 49), und daß in der Meßkapsel (1) ein auf die Frequenz des HF-Senders (2, 56, 57) abgestimmter Empfangsresonanzkreis (8, 10, 47, 48), der vom Meßparameter als Modulationsstufe verstimmbar ist, ein daran angeschlossener Frequenzvervielfacher (12, 51) und als Sender ein an den Frequenzvervielfacher (12, 51) angeschlossener Senderresonanzkreis (9, 11, 49) vorhanden sind, wobei die Induktivitäten (8, 9) vom Empfangs- und Senderresonanzkreis als Antennen ausgebildet sind.
2. Anspruch nach 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung hiebei aus zwei auf unterschiedliche Frequenz abgestimmte Empfangsresonanzkreise (47, 48), die in der Kapsel (1) angeordnet sind, und beide vom Meßparameter beeinflußt werden, wobei jeder zur Bildung einer Zwischenfrequenz mit einer Überlagerungsschaltung (50) verbunden ist, an welcher ein Frequenzvervielfacher (51) und ein auf die vervielfachte Frequenz abgestimmter Antennenkreis (49) angeschlossen ist, weiters aus einem äußeren auf die vervielfachte Frequenz abgestimmten Empfänger (55), sowie einem auf den einen abgestimmten Kapselempfangsresonanzkreis (47) und einem zweiten auf den anderen Kapselempfangsresonanzkreis (48) abgestimmten Sender (56, 57), besteht.

3. Anspruch nach 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung aus einer Meßkapsel (1), die aus einem Empfangskreis (8) und aus einem Sendekreis (9) besteht, wobei zumindest einer dieser Kreise, vorzugsweise jedoch Sende (9)- und Empfangskreis (8) als Resonanzkreis ausgebildet ist, deren Resonanzfrequenz vom Meßparameter gesteuert wird und zwischen Empfangskreis (8) und Sendekreis (9) ein Frequenzvervielfacher (12) angeordnet ist und aus einem äußeren Sender (2) und Empfänger (3) besteht, wobei die Frequenzabstimmleinrichtung (4) des Senders (2) und die Frequenzabstimmleinrichtung des Empfängers (3) miteinander gekoppelt sind.
4. Anspruch nach 1 - 3 dadurch gekennzeichnet, daß der Empfangsresonanzkreis (8) und Senderresonanzkreis (9) der Kapsel (1) als Antennen ausgebildet sind.
5. Anspruch nach 1, 2 und 3 dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Meßeinrichtung zumindest aus einem frequenzmodulierten Sender (2, 56, 57), aus einem abgestimmten Empfänger (3, 55), einer Demodulatorstufe für Amplitudenumulation, einem nachfolgenden Differenzierglied (20) und einem an diesen angeschlossenen bistabilen Multivibrator (21), welchem ein Tiefpassfilter (22) und eine Messeinrichtung nachgeschaltet ist, besteht.
6. Anspruch nach 5 dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzmodulator (73) aus einem Sägezahngenerator besteht.
7. Anspruch nach 5 dadurch gekennzeichnet, daß dem bistabilen Multivibrator ein weiteres Differenzierglied (29) nachgeschaltet ist, an welches eine digitale Zähleinrichtung (30,64) angeschlossen ist, die in bekannter Weise den Abstand zwischen Rücklaufimpuls (42) und Resonanzimpuls (41) in digitalen Werten anzeigt.

8. Anspruch nach 5 dadurch gekennzeichnet, daß zwischen erstem Differenzierglied (20) und Multivibrator (21) ein Pulsformer und ein weiteres Differenzierglied an das eine digitale Zähleinrichtung (30) angeschlossen ist, zwischengeschaltet sein kann.
9. Anspruch nach 1 - 4 dadurch gekennzeichnet, daß die äußere, mit einem Sägezahngenerator (33) zur Wobbelung gekoppelte gewobbelte Sende-Empfangseinrichtung (2,3) empfangsseitig nach der Demodulatorstufe (28) und nach einem Maximalwertdetektor (29) mit Impulsformung (41) einen Digitalzähler (30) angeschlossen hat, welcher einerseits mit einem Taktoszillator (31) geschaltet ist, wobei anderseits der Starteingang und die Nullrückstellung des Zählers (30) über ein Differenzierglied (32) mit dem Sägezahngenerator (33) in Verbindung steht, an den Maximalwertdetektor (29) ist ein Zeitumsetzer (34) sowie ein Videoverstärker (35) und die Kathode einer Braun'schen Röhre (37) angeschlossen, außerdem ist der Wobbelzähngenerator (33) über eine Triggereinrichtung mit der Zeilenablenkeinheit (38) der Braun'schen Röhre verbunden.
10. Anspruch nach 1-4 dadurch gekennzeichnet, daß zur Druckmessung eine Membran (15) die Kapazität (10,11) der beiden Schwingkreise (8,9) in der Kapsel (1) beeinflußt.
11. Anspruch nach 1-9 dadurch gekennzeichnet, daß die bewegliche Membran (15) über ein Hebelsystem (14) mit zwei Hochfrequenzeisenkernen (16) verbunden ist, die verschieden tief in die Spulen (8,9) der Resonanzkreise eintauchen und damit die induktive Komponente der Resonanzkreise verändern.
12. Anspruch nach 1 - 9 dadurch gekennzeichnet, daß zur Temperaturmessung die bewegliche Membran gegen äußere Drücke abgeschirmt ist.

13. Anspruch nach 1 - 12 dadurch gekennzeichnet, daß die Sende (9,47,48)- und Empfangsantennen (8,49) in der Meßkapsel (1) als Ferritantennen ausgebildet sind, die im rechten Winkel zueinander angeordnet sind, wobei auch die Sende (6,53,52)- und Empfangsantennen (7,54) der einstrahlenden, also der äußeren Einrichtung, im selben Winkel angebracht sind, sodaß Sender (2,56,57) und Empfänger (3,55) zueinander entkoppelt sind und sich gegenseitig nicht beeinflussen.

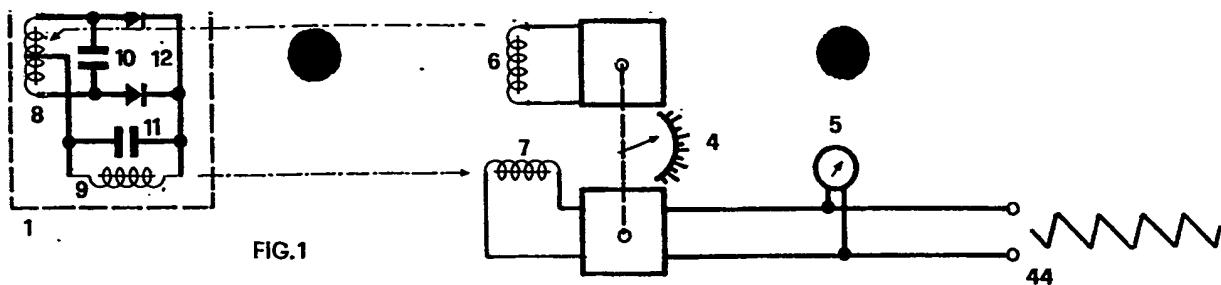
14. Anspruch nach 1 - 13 dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzvervielfachung durch eine Doppelweggleichrichterschaltung (12) gebildet wird.

15. Anspruch nach 1 - 4 dadurch gekennzeichnet, daß ein in der Meßkapsel befindlicher Verstärker auch als parametrischer Verstärker ausgeführt ist.

12.2.1976



609836/0640



**FIG. 1**

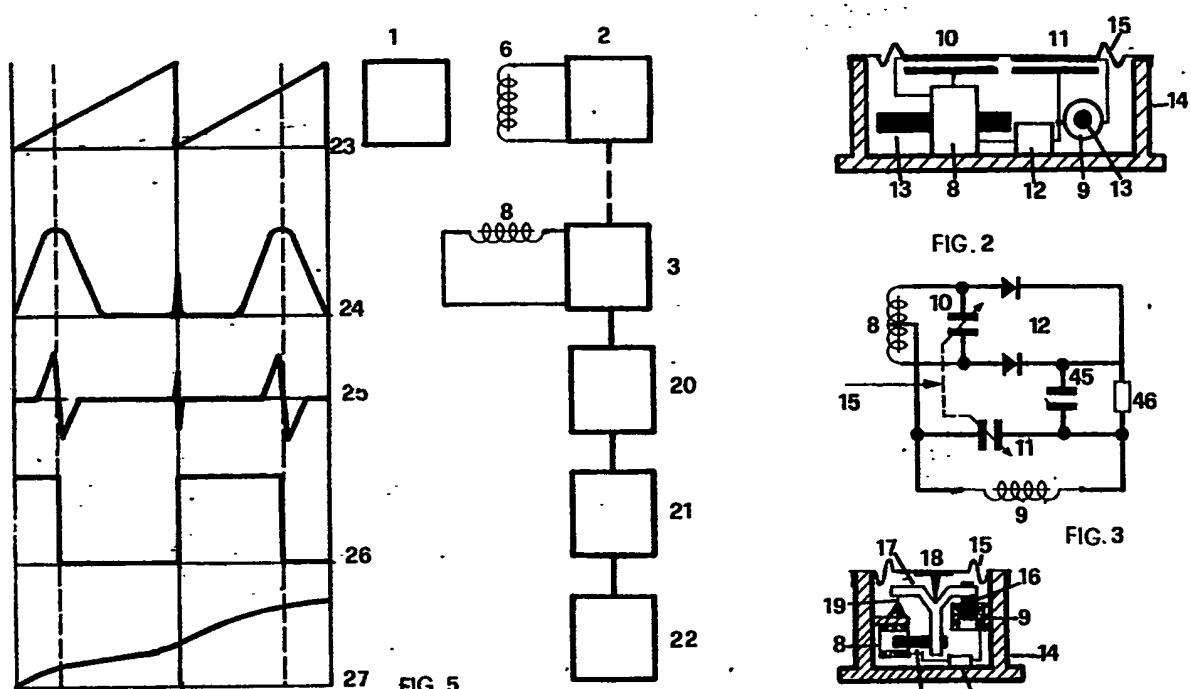


FIG. 5

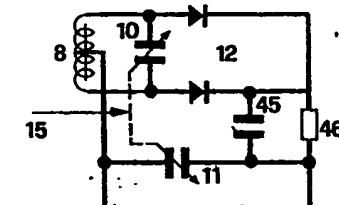


FIG. 2

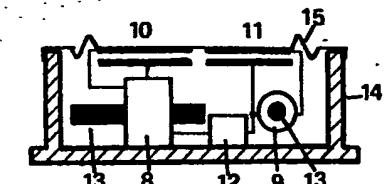


FIG. 4

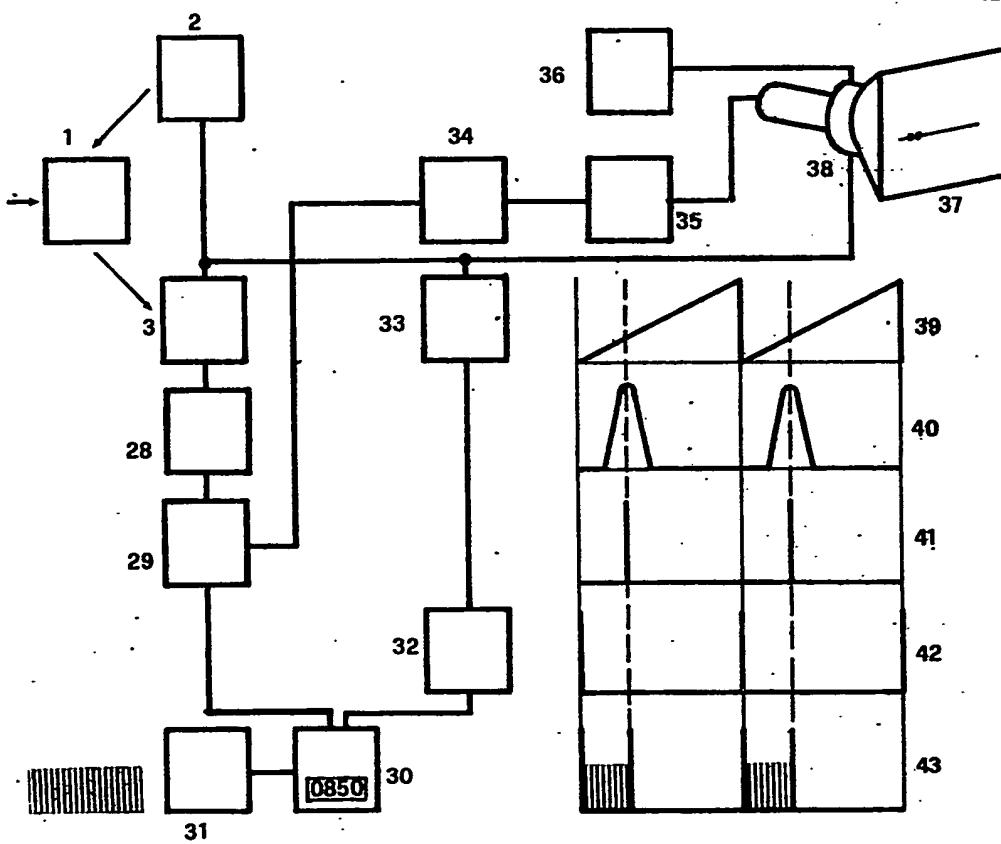


FIG. 6.

609836/0640

A61B

5-07

AT:16.02.1976 OT:02.09.1976

1121

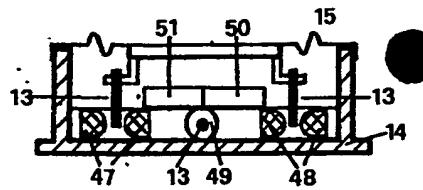


FIG. 7

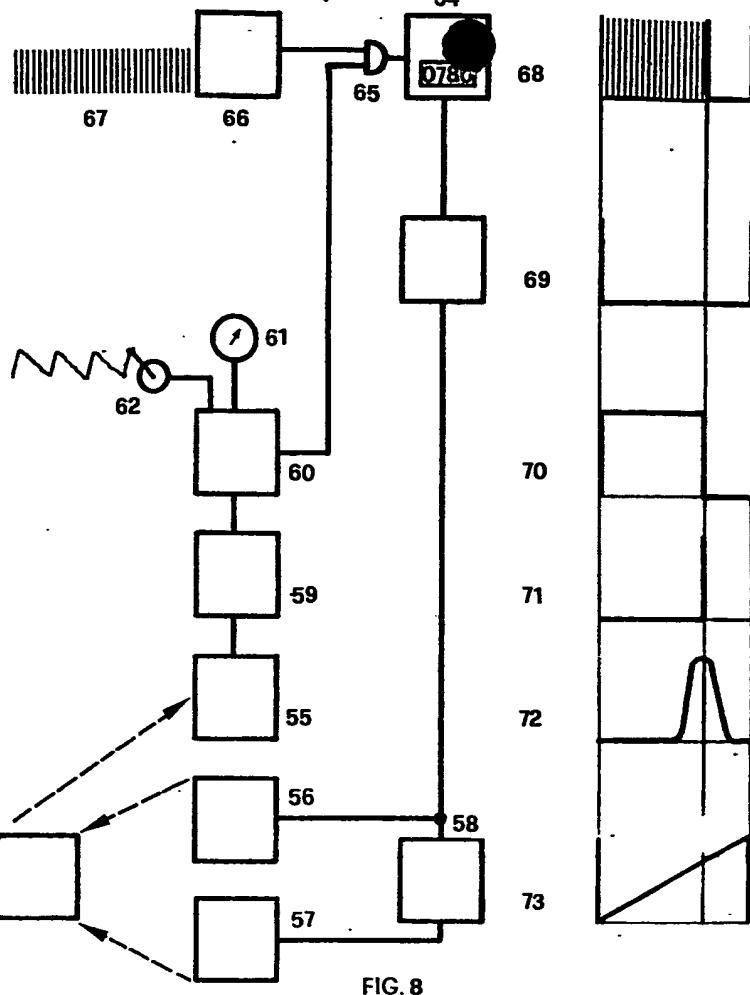


FIG. 8

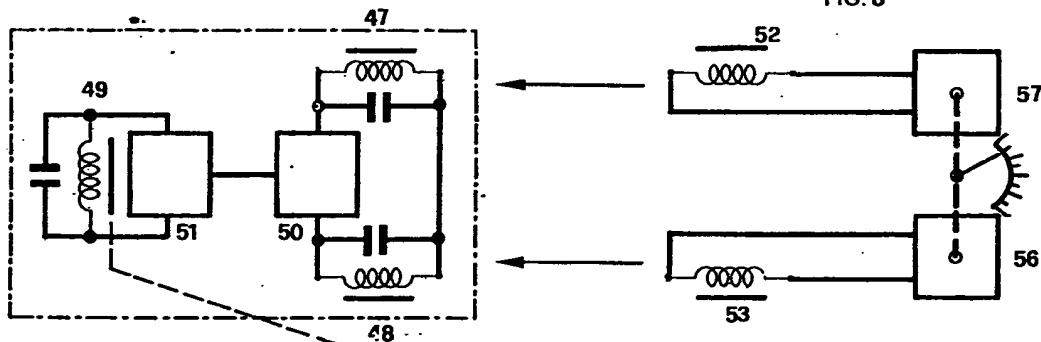
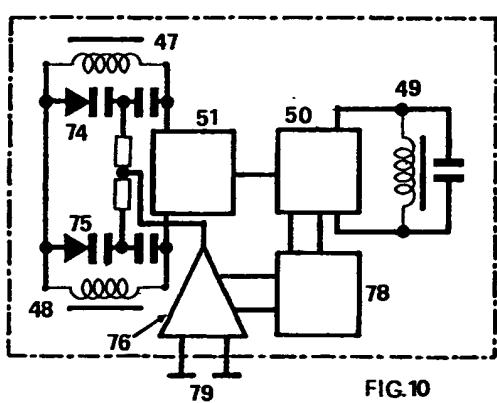


FIG. 9



609836/0640

11/11/2023

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**